

PAT-NO: JP405346787A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05346787 A

TITLE: SPEECH OPERATED CONTROL MUSICAL SOUND GENERATING DEVICE

PUBN-DATE: December 27, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NAKAE, TETSUKAZU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

CASIO COMPUT CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP04179185

APPL-DATE: June 12, 1992

INT-CL (IPC): G10H007/00, G10H001/00

US-CL-CURRENT: 84/615, 84/616 , 84/622

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain the speech operated control musical sound generating device which can articulately add the nuance of a human voice to a desired musical sound through easy operation.

CONSTITUTION: A DSP(digital, signal processor) 11 for pitch detection extracts the pitch of a digital speech signal $p(n)$ which is detected by a microphone 6 and digitized by an A/D converting circuit 10 and a musical sound generating circuit 17 generates a digital musical sound $x(n)$ having a pitch corresponding to the pitch data. Those digital musical sound signal $x(n)$ and digital speech signal $p(n)$ are divided by a DSP 14 for a vocoder into musical sounds signal and voice signals whose bands are limited to plural different frequency bands, envelope signals are extracted from the respective voice signals, and the musical sound signals are modulated with the envelope signals. The modulated signals are accumulated and outputted as a digital output musical sound signal $z(n)$ to a D/A converting circuit 18. The D/A converting circuit 18 converts the input signal into an analog output musical sound signal, which is passed through an amplifier 19 to radiates a sound from a speaker 20.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

PAT-NO: JP405346787A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05346787 A

TITLE: SPEECH OPERATED CONTROL MUSICAL SOUND GENERATING DEVICE

PUBN-DATE: December 27, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NAKAE, TETSUKAZU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

CASIO COMPUT CO LTD

N/A

APPL-NO: JP04179185

APPL-DATE: June 12, 1992

INT-CL (IPC): G10H007/00, G10H001/00

US-CL-CURRENT: 84/615, 84/616 , 84/622

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain the speech operated control musical sound generating device which can articulately add the nuance of a human voice to a desired musical sound through easy operation.

CONSTITUTION: A DSP(digital, signal processor) 11 for pitch detection extracts the pitch of a digital speech signal $p(n)$ which is detected by a microphone 6 and digitized by an A/D converting circuit 10 and a musical sound generating circuit 17 generates a digital musical sound $x(n)$ having a pitch corresponding to the pitch data. Those digital musical sound signal $x(n)$ and digital speech signal $p(n)$ are divided by a DSP 14 for a vocoder into musical sounds signal and voice signals whose bands are limited to plural different frequency bands, envelope signals are extracted from the respective voice signals, and the musical sound signals are modulated with the envelope signals. The modulated signals are accumulated and outputted as a digital output musical sound signal $z(n)$ to a D/A converting circuit 18. The D/A converting circuit 18 converts the input signal into an analog output musical sound signal, which is passed through an amplifier 19 to radiates a sound from a speaker 20.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

09/707,088
944-003.030

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-346787

(43) 公開日 平成5年(1993)12月27日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G10H 7/00		8622-5H		
1/00	B	8622-5H		
		8622-5H	G10H 7/00	521 S

審査請求 未請求 請求項の数2(全17頁)

(21) 出願番号 特願平4-179185

(22) 出願日 平成4年(1992)6月12日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72) 発明者 仲江 哲一

東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ

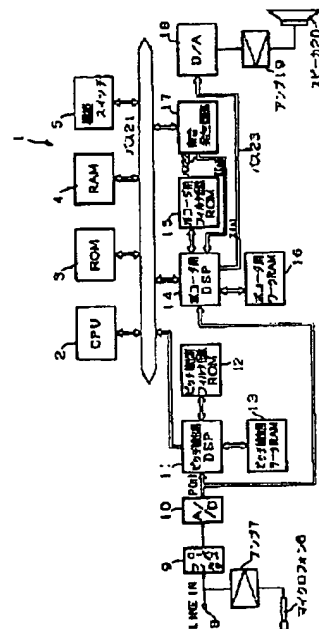
計算機株式会社羽村技術センター内

(54) 【発明の名称】 音声制御楽音発生装置

(57) 【要約】

【目的】 簡単な操作で所望の楽音に対して人間の声のニュアンスを明瞭に付加することのできる音声制御楽音発生装置を提供することを目的としている。

【構成】 マイクロフォン6により検出されA/D変換回路10でデジタル変換したデジタル声信号p(n)のピッチをピッチ検出用DSP11で抽出し、ピッチデータに対応する音高のデジタル楽音信号x(n)を楽音発生回路17で発生する。このデジタル楽音信号x(n)及びデジタル声信号p(n)を、ボコーダ用DSP14で、複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された楽音信号及び声信号に分割し、この各声信号からエンベロープ信号を抽出して、このエンベロープ信号で楽音信号を変調する。変調信号を累算して、デジタル出力楽音信号z(n)としてD/A変換回路18に出力する。D/A変換回路18でアナログ出力楽音信号に変換し、アンプ19を介してスピーカ20から放音する。



(2)

特開平5-346787

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 演奏者による発声動作に基づいてデジタル声信号を生成する声信号生成手段と、
該声信号生成手段からのデジタル声信号のピッチを抽出するピッチ抽出手段と、
該ピッチ抽出手段からのピッチデータに対応する音高のデジタル楽音信号を生成する楽音信号生成手段と、
前記デジタル楽音信号を複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各楽音信号に分割する第1のデジタルフィルタリング処理と、前記デジタル声信号を複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各声信号に分割する第2のデジタルフィルタリング処理と、該第2のデジタルフィルタリング処理により得られる帯域制限された各声信号から各エンベロープ信号を抽出するエンベロープ抽出処理と、前記第1のフィルタリング処理により得られる帯域制限された各楽音信号を、前記エンベロープ抽出処理により得られる各エンベロープ信号で変調する変調処理と、該変調処理で得られた各変調信号を累算して、デジタル出力楽音信号として出力する累算処理と、を時分割のデジタル信号処理により所定の処理間隔で順次実行するデジタル信号処理手段と、
該デジタル信号処理手段から出力されるデジタル出力楽音信号をアナログ出力楽音信号に変換して放音する放音手段と、
を備えたことを特徴とする音声制御楽音発生装置。

【請求項2】 演奏者による発声動作に基づいて声信号を生成する声信号生成手段と、
該声信号生成手段からの声信号のピッチを抽出するピッチ抽出手段と、
該ピッチ抽出手段からのピッチデータに対応する音高の楽音信号を生成する楽音信号生成手段と、
この楽音信号生成手段からの楽音信号及び声信号生成手段からの声信号を各周波数帯域毎に分割して出力するバンドパスフィルタ手段と、
該バンドパスフィルタ手段を介した声信号から各々エンベロープ信号を抽出する複数のエンベロープ抽出手段と、
前記各バンドパスフィルタ手段を介した楽音信号が各々入力し、前記エンベロープ手段からのエンベロープ信号に対応して該入力する楽音信号を変変させる複数の可変手段と、
この複数の可変手段からの出力信号を混合して出力する混合手段と、
を備えたことを特徴とする音声制御楽音発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、楽音反省装置から発生される楽音信号の音色を音声に対応して変化する効果を付与できる音声制御楽音発生装置に関する。

【0002】

2

【従来の技術】 電子楽器の普及に伴い、演奏者が自分の演奏意志を、より簡単かつ効果的に、発生する楽音に反映させることのできる電子楽器が求められている。

【0003】 そのような電子楽器の一形態として、演奏者の発声動作により得られる音声信号により楽音信号に変調をかけることのできる電子楽器が提案されている（例えば、特開平3-107200号）。

【0004】 この従来の電子楽器は、演奏者が鍵盤等で弾いた演奏情報としての楽音信号の倍音成分に人間の声のニュアンスを付加している。すなわち、演奏者が鍵盤等で弾いた演奏情報により発生される楽音信号を変調対象とし、演奏しながら発声した演奏者の声に基づいて変調している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような従来の電子楽器にあっては、鍵盤等で弾いた楽音信号の倍音成分に人間の声のニュアンスを付加する構成となっていたため、鍵盤等で演奏しながらそれに合せて発声しなければならず、実際問題として、鍵盤等で演奏しながらそれに合せて発声することは、初心者には、難しく、発声する楽音信号を的確に音声で変調して、楽音に対して所望のニュアンスを付与していくことは、熟練した演奏者でなくてはできないという問題があった。

【0006】 そこで、本発明は、簡単な操作で所望の楽音に対して音声のニュアンスを付与することのできる音声制御楽音発生装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項1記載の発明は、演奏者による発声動作に基づいてデジタル声信号を生成する声信号生成手段と、該声信号生成手段からのデジタル声信号のピッチを抽出するピッチ抽出手段と、該ピッチ抽出手段からのピッチデータに対応する音高のデジタル楽音信号を生成する楽音信号生成手段と、以下の各処理を時分割のデジタル信号処理により所定の処理間隔で順次実行するデジタル信号処理手段と、このデジタル信号処理手段から出力されるデジタル出力楽音信号をアナログ出力楽音信号に変換して放音する放音手段と、を備えたことを特徴としている。

【0008】 すなわち、デジタル信号処理手段では、まず、前記デジタル楽音信号を複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各楽音信号に分割する第1のデジタルフィルタリング処理が実行され、これとともに、前記デジタル声信号を複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各声信号に分割する第2のデジタルフィルタリング処理が実行される。次に、この第2のデジタルフィルタリング処理により得られる帯域制限された各声信号から、各エンベロープ信号を抽出するエンベロープ抽出処理が実行され、個々のエンベロープ抽出処理により得られる各エンベロープ信号で、前記第1のフィルタリング処理により得られる帯域制限された各楽音信号

(3)

特開平5-346787

3

を、変調する変調処理が実行される。この変調処理で得られた各変調信号を、累算処理により、累算して、ディジタル出力楽音信号として出力する。

【0009】請求項2記載の発明は、演奏者による発生動作に基づいて声信号を生成する声信号生成手段と、該声信号生成手段からの声信号のピッチを抽出するピッチ抽出手段と、該ピッチ抽出手段からのピッチデータに対応する音高の楽音信号を生成する楽音信号生成手段と、この楽音信号生成手段からの楽音信号及び声信号生成手段からの声信号を各周波数帯域毎に分割して出力するバンドパスフィルタ手段と、該バンドパスフィルタ手段を介した声信号から各々エンベロープ信号を抽出する複数のエンベロープ抽出手段と、前記各バンドパスフィルタ手段を介した楽音信号が各々入力し、前記エンベロープ手段からのエンベロープ信号に対応して該入力する楽音信号を可変させる複数の可変手段と、この複数の可変手段からの出力信号を混合して出力する混合手段と、を備えたことを特徴としている。

【0010】

【作用】請求項1記載の発明によれば、演奏者による発生動作に基づいて、声信号生成手段により、ディジタル声信号を生成し、該声信号生成手段からのディジタル声信号のピッチをピッチ抽出手段により抽出する。該ピッチ抽出手段からのピッチデータに対応する音高のディジタル楽音信号を、楽音信号生成手段により、生成する。

【0011】このようにして生成したディジタル楽音信号を、ディジタル信号処理手段により、以下の各処理を時分割のディジタル信号処理により所定の処理間隔で順次実行することにより、ディジタル楽音出力信号を生成して出力する。

【0012】すなわち、まず、第1のディジタルフィルタリング処理を実行して、前記楽音信号生成手段の生成した前記ディジタル楽音信号を、複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各楽音信号に分割するとともに、第2のディジタルフィルタリング処理を実行して、前記ディジタル声信号生成手段の生成したディジタル声信号を、複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各声信号に分割する。

【0013】次に、エンベロープ抽出処理を実行して、第2のディジタルフィルタリング処理により得られる帯域制限された各声信号から各エンベロープ信号を抽出し、このエンベロープ抽出処理により得られる各エンベロープ信号で、前記第1のフィルタリング処理により得られる帯域制限された各楽音信号を、変調する変調処理を実行する。この変調処理で得られた各変調信号を、累算処理により、累算して、ディジタル出力楽音信号として出力する。

【0014】このディジタル信号処理手段から出力されるディジタル出力楽音信号を、放音手段により、アナログ出力楽音信号に変換して放音する。

4

【0015】したがって、簡単な操作で所望の楽音を発生させることができるとともに、この楽音に対してソフトウェアの時分割処理に基づくディジタル信号処理により音声のニュアンスを付与することができ、音声制御楽音発生装置の利用性を向上させることができる。

【0016】請求項2記載の発明によれば、演奏者による発生動作に基づいて、声信号生成手段により、声信号を生成し、該声信号生成手段からの声信号のピッチを、ピッチ抽出手段により、抽出する。該ピッチ抽出手段からのピッチデータに対応する音高の楽音信号を、楽音信号生成手段により、生成し、この楽音信号生成手段からの楽音信号及び声信号生成手段からの声信号を、バンドパスフィルタ手段により、各周波数帯域毎に分割して出力する。該バンドパスフィルタ手段を介した声信号から、複数のエンベロープ抽出手段により、各々エンベロープ信号を抽出し、前記各バンドパスフィルタ手段を介した楽音信号が各々入力される可変手段により、前記エンベロープ手段からのエンベロープ信号に対応して入力する楽音信号を可変させる。この複数の可変手段からの出力信号を、混合手段により、混合して出力する。

【0017】したがって、簡単な操作で所望の楽音を発生させることができるとともに、この楽音に対して音声のニュアンスを付与することができ、音声制御楽音発生装置の利用性を向上させることができる。

【0018】

【実施例】以下、本発明の音声制御楽音発生装置を実施例に基づいて具体的に説明する。図1～図15は、本発明の音声制御楽音発生装置の一実施例を示す図であり、本実施例は、電子楽器に適用したものである。

【0019】図1は、電子楽器1の全体回路ブロック図であり、電子楽器1は、CPU (Central Processing Unit) 2、ROM (Read Only Memory) 3、RAM (Random Access Memory) 4、機能スイッチ5、マイクロフォン6、アンプ7、LINE IN端子8、ローパスフィルタ9、A/D変換回路10、ピッチ抽出用DSP (Digital Signal Processor: デジタル信号処理プロセッサ) 11、ピッチ抽出用フィルタ係数ROM12、ピッチ抽出用ワークRAM13、ポコダ用DSP14、ポコダ用フィルタ係数ROM15、ポコダ用ワークRAM16、楽音発生回路17、D/A変換回路18、アンプ19及びスピーカ20等を備えている。

【0020】上記CPU2、ROM3、RAM4、機能スイッチ5、ピッチ抽出用DSP11、ポコダ用DSP14及び楽音発生回路17は、バス21により接続されており、ポコダ用DSP14と楽音発生回路17及びポコダ用DSP14とD/A変換回路18とは、それぞれバス22及びバス23により接続されている。機能スイッチ5は、音色設定や各種音楽効果設定等のスイッチ操作を行なうものであり、CPU2は、機能スイッチ5の走査を行なって、後述するピッチ抽出用DSP1

(4)

特開平5-346787

5

1の出力するピッチデータに対応した音高で、かつ機能スイッチ5の操作に対応した音色の楽音データを楽音発生回路17に出力する。

【0021】ROM3には、電子楽器1としての処理、特に、音声制御楽音発生装置としての処理に必要な各種プログラムやデータが記憶されており、RAM4は、ワークメモリとして使用される。

【0022】CPU2は、ROM3内のプログラムに従って、RAM4をワークメモリとして使用しつつ電子楽器1の各部を制御し、電子楽器1としての処理、特に、音声制御楽音発生処理を行なう。例えば、CPU2は、後述するピッチ抽出用DSP11の抽出したピッチデータに対応する音高で、かつ、機能スイッチ5で設定された音色に応じた楽音情報をバス21を介して楽音発生回路17に転送し、楽音発生回路17は、この楽音情報に基づいてデジタル楽音信号 $x(n)$ の生成処理を行なう。この楽音情報としては、例えば、ノートオン/オフ、ベロシティ及び音色設定データ等である。したがって、楽音発生回路17は、ピッチ抽出用DSP11の抽出したピッチデータに対応する音高のデジタル楽音信号 $x(n)$ を生成する楽音信号生成手段として機能する。

【0023】マイクロフォン6は、演奏者が発音した音声を変換して、アンプ7に出力し、アンプ7は、このアナログ音声信号を増幅してローパスフィルタ9に出力する。このアナログ音声信号は、マイクロフォン6からだけでなく、LINE IN端子8から入力されるようにしてもよい。

【0024】ローパスフィルタ9は、入力されるアナログ音声信号にフィルタ処理を施して、A/D変換回路10に出力し、A/D変換回路10は、デジタル音声信号 $p(n)$ に変換してピッチ抽出用DSP11及びボコーダ用DSP14に出力する。

【0025】したがって、マイクロフォン6、アンプ7、ローパスフィルタ9、A/D変換回路10及びLINE IN端子8は、全体として演奏者による発音動作に基づいてデジタル音声信号 $p(n)$ を生成する音声信号生成手段として機能する。

【0026】ピッチ抽出用DSP11は、ピッチ抽出用フィルタ係数ROM12に記憶されているフィルタ係数を利用し、ピッチ抽出用ワークRAM13をワークメモリとして使用して、デジタル音声信号 $p(n)$ のピッチ抽出を行なう。このピッチ抽出用DSP11は、周知のピッチ抽出方法によりデジタル音声信号 $p(n)$ のピッチ抽出を行なう。例えば、ピッチ抽出用フィルタ係数ROM12の係数を使用して、複数のバンドパスフィルタを形成し、デジタル音声信号 $p(n)$ のレベルを検出して、一番レベルの高い音の音階データを抽出して出力する。したがって、ピッチ抽出用DSP11、ピッチ抽出用フィルタ係数ROM12及びピッチ抽出用ワークRAM13は、全体として、A/D変換回路10からの音声信号であるデ

6

ジタル音声信号 $p(n)$ のピッチを抽出するピッチ抽出手段として機能する。

【0027】ボコーダ用DSP14は、ボコーダ用フィルタ係数ROM15に記憶されているフィルタ係数及びCPU2から転送されてくるプログラムに従って、ボコーダ用ワークRAM16をワークメモリとして使用して、楽音発生回路17から入力されるデジタル楽音信号 $x(n)$ にA/D変換回路10から入力されるデジタル音声信号 $p(n)$ に基づいてデジタルフィルタリング処理を施すことにより、デジタル楽音信号 $x(n)$ に振幅変調処理を施し、デジタル出力楽音信号 $z(n)$ をA/D変換回路18に出力する。

【0028】D/A変換回路18は、ボコーダ用DSP14から入力されるデジタル出力楽音信号 $z(n)$ をアナログ信号に変換して、アンプ19に出力し、アンプ19でアナログ出力楽音信号を増幅して、スピーカ20から放音する。したがって、D/A変換回路18、アンプ19及びスピーカ20は、全体としてボコーダ用DSP14から出力されるデジタル出力楽音信号 $z(n)$ をアナログ出力楽音信号に変換して放音する放音手段として機能する。

【0029】すなわち、電子楽器1は、演奏者が、機能スイッチ5でスイッチ操作を行ない、発音動作すると、発音によりマイクロフォン6から得られたアナログの音声信号をローパスフィルタ10及びA/D変換回路11でデジタル音声信号 $p(n)$ に変換して、ピッチ抽出用DSP11及びボコーダ用DSP14に入力する。CPU2は、デジタル音声信号 $p(n)$ に基づいて、まず、ピッチ抽出用DSP11で音声信号のピッチ抽出を行ない、このピッチデータに対応する音高で、かつ機能スイッチ5で設定された音色や各種楽音効果に応じた楽音情報をバス21を介して楽音発生回路17に入力する。楽音発生回路17は、上述の楽音情報に従ってデジタル楽音信号 $x(n)$ の生成処理を行なう。

【0030】次に、楽音発生回路17において生成されたデジタル楽音信号 $x(n)$ は、楽音信号専用のバス22を介してボコーダ用DSP14に入力される。

【0031】ボコーダ用DSP14は、後述するデジタルフィルタリング演算のための各種係数を記憶したボコーダ用フィルタ係数ROM15、楽音発生回路17から入力するデジタル楽音信号 $x(n)$ 及びA/D変換回路10から入力されるデジタル音声信号 $p(n)$ を記憶し、或いは、デジタルフィルタリング演算のためのデータを記憶するボコーダ用ワークRAM16を使用して、後述する振幅変調処理を実行する。

【0032】ボコーダ用DSP14での振幅変調処理により得られたデジタル出力楽音信号 $z(n)$ は、専用のバス23を介してD/A変換回路18に送られ、ここでアナログ出力楽音信号に変換され、アンプ19で増幅された後、スピーカ20から放音される。

(5)

特開平5-346787

7

8

【0033】図2は、図1のボコーダ用DSP14の構成図である。

【0034】まず、インタフェース121は、発音発生回路17に接続されるバス22、CPU2に接続されるバス21及びD/A変換回路18に接続されるバス23を収容し、各バス21～23と内部の回路とを接続する。

【0035】オペレーションROM122は、ボコーダ用DSP14全体の動作を制御するマイクロプログラムを格納したROMであり、アドレスカウンタ123からの指定アドレスに基づいて対応するプログラム命令が読み出される。図1のCPU2は、オペレーションROM122から如何なるプログラム命令を読み出して後述する変調処理を実行するかを、アドレスカウンタ123に値をセットすることにより指示する。オペレーションROM122の出力は、デコーダ124にも与えられており、ボコーダ用DSP14内の各回路に各種制御信号を出力し、所望の動作を行なわせる。

【0036】また、ボコーダ用DSP14の内部バスには、図1のボコーダ用フィルタ係数ROM15及びボコーダ用ワークRAM16が接続されており、オペレーションROM122のプログラム命令に従って適宜フィルタ係数データやデジタル発音信号 $x(n)$ 、デジタル発音信号 $p(n)$ 等がボコーダ用DSP14に対して供給されたり、或いはボコーダ用ワークRAM16に対して入出力されたりする。

【0037】ボコーダ用DSP14は、更に、乗算器125、加減算器126を、演算処理のために有しており、それぞれ2入力1出力の形式で内部バスに接続されている。レジスタ群127は、演算途中のデータを記憶する複数のレジスタからなり、乗算器125又は加減算器126の各入出力端子に内部バスを介して接続されている。

【0038】また、ボコーダ用DSP14は、加減算器126からの演算結果（比較結果等）に従ってジャッジ処理をするため、フラグレジスタ128を介して、アドレスカウンタ123へジャッジ結果を示すフラグ信号が送出される。このフラグレジスタ128の出力に応じてアドレスカウンタ123のアドレス値が適宜変更され、オペレーションROM122からはアドレスジャンプされたプログラム命令が読み出されることになる。

【0039】次に、ボコーダ用DSP14で実現される機能をブロック化した図を図3に示す。

【0040】ボコーダ用DSP14上のソフトウェアの時分割処理により実現される帯域別変換部31、・・・、31_{i-1}、・・・、31_iが、各サンプリング周期毎に動作し、各サンプリングの最後で各変換部からの出力がボコーダ用DSP14上のソフトウェア処理により実現される累算部36で累算され、デジタル出力発音信号 $z(n)$ として図1のD/A変換回路18に出力され

る。

【0041】各帯域別変換部31、(1≤i≤N)は、更にバンドパスフィルタ部(BPF部)32、33、エンベロープ抽出部34及び乗算部35から構成される。

【0042】BPF部32、33は、それぞれ後述するように、各帯域共通のソフトウェア処理によるハイパスフィルタと各帯域別のソフトウェア処理によるローパスフィルタの組み合わせで実現される。

【0043】また、エンベロープ抽出部34は、後述するように、カットオフ周波数の低いソフトウェア処理によるローパスフィルタで実現される。乗算部35は、累算部36と合せて、後述するように、積和演算処理により実現される。

【0044】次に、図3のBPF部32、33及びエンベロープ抽出部34の部分の詳細な原理構成について説明する。図1の発音発生回路17及びA/D変換回路10からそれぞれ入力される各サンプリングタイミング n 毎のデジタル発音信号 $x(n)$ とデジタル発音信号 $p(n)$ は、ボコーダ用DSP14の時分割処理によって、N個のBPF部32とBPF部33でそれぞれフィルタリング処理が実行される。各帯域別変換部31におけるBPF部32とBPF部33は、それぞれ同じ伝達関数を有し、その伝達関数を $H_i(z)$ とする。本実施例では、このBPF部は、各帯域共通のハイパスフィルタ部と各帯域別のローパスフィルタ部のカスケード接続により実現される。ハイパスフィルタ部の伝達関数を $H_1(z)$ 、ローパスフィルタ部の伝達関数を $H_{21}(z)$ とすると、伝達関数 $H_i(z)$ は、図4に示すように、 $H_1(z)$ と $H_{21}(z)$ の積で表される特性となる。

【0045】そして、図3に示すBPF部32の場合、デジタル発音信号 $x(n)$ は、伝達関数 $H_1(z)$ のハイパスフィルタ部でフィルタリングされた後、伝達関数 $H_{21}(z)$ のローパスフィルタ部でフィルタリングされ、帯域制限されたデジタル発音信号 $Y_1(n)$ （但し、 $i=t$ ）として出力される。

【0046】また、図3に示すBPF部33の場合には、デジタル発音信号 $p(n)$ は、伝達関数 $H_1(z)$ のハイパスフィルタ部でフィルタリングされた後、伝達関数 $H_{21}(z)$ のローパスフィルタ部でフィルタリングされ、帯域制限されたデジタル発音信号 $Q_1(n)$ （但し、 $i=t$ ）として出力される。更に、このデジタル発音信号 $Q_1(n)$ は、図3のエンベロープ抽出部34での処理にかけられるが、この部分は、図4に示すように、伝達関数 $H_{21}(z)$ を有するカットオフ周波数の低いローパスフィルタ部によって実現される。このようなローパスフィルタ部により、デジタル発音信号 $Q_1(n)$ からエンベロープ信号 $R_1(n)$ が得られる。

【0047】上述の伝達関数 $H_1(z)$ のハイパスフィルタ部、伝達関数 $H_{21}(z)$ および $H_{21}(z)$ の各ローパスフィルタ部の特性について、以下に詳細に説明する。

(6)

特開平5-346787

9

10

【0048】図5は、図4のハイパスフィルタ $H_1(z)$ をハードウェアのイメージで示した構成図である。これは2次のFIRデジタルフィルタであって、伝達関数は、

$$H_1(z) = (1/4)(1 - 2z^{-1} + z^{-2})$$

である。

【0049】図5において、10、41は遅延素子、42、43、44は乗算器、45、46は加算器を示している。ボコーダ用DSP14（図1又は図2）においては、図5の構成のハイパスフィルタと等価なフィルタ演算処理が、BPF部32、BPF部33の各場合に以下の離散演算処理を行なうことにより実現される。

*【0050】すなわち、BPF部32（図3）の場合は、

$$S(n) = (1/4)(x(n) - 2x(n-1) + x(n-2)) \cdots \cdots (1)$$

BPF部33（図3）の場合は、

$$S(n) = (1/4)(p(n) - 2p(n-1) + p(n-2)) \cdots \cdots (2)$$

なる離散演算処理により実現される。なお、この場合、フィルタ係数は2の倍数となっているため、係数と信号の乗算は、単なるビットシフト処理で実現できる。

【0051】このハイパスフィルタの周波数特性は、

$$|H_1(e^{j\Omega})|^2 = (1/16) |1 - 2e^{-j\Omega} + e^{-2j\Omega}|^2$$

$$= (1/16)(6 + 2\cos 2\Omega - 8\cos \Omega)$$

$$= (1/16)(6 + 2\cos 2\Omega - 8\cos \Omega)$$

$$= (1/16)(6 + 2\cos 2\Omega - 8\cos \Omega)$$

$$|H_1(e^{j\Omega})|^2 = (1/16) |1 - 2e^{-j\Omega} + e^{-2j\Omega}|^2$$

$$= (1/16)(6 + 2\cos 2\Omega - 8\cos \Omega)$$

となり、 $\Omega = 0$ (0Hz) で最小、 $\Omega = \pi$ ($f_s/2$ Hz) で最大となる特性を有する。但し、 f_s は、デジタル乗音信号 $x(n)$ 及びデジタル声信号 $p(n)$ のサンプリング周波数（共通）である。図6にその特性を示す。

【0063】図7は、図4のローパスフィルタ $H_2(z)$ をハードウェアのイメージで示した構成図である。

【0064】これは、2次のIIRデジタルフィルタであって、伝達関数は、

$$H_2(z) = CY / (1 - 2r\cos\theta z^{-1} + r^2 z^{-2})$$

※

$$W_i(n) = CY \cdot S(n) + 2r\cos\theta W_i(n-1) - r^2 W_i(n-2) \cdots \cdots (3)$$

なる離散演算処理により実現される。

★【数2】

【0056】

★

$$H_2(e^{j\Omega}) = CY \cdot \frac{1}{1 - 2r\cos\theta e^{-j\Omega} + r^2 e^{-2j\Omega}}$$

$$= CY \cdot \frac{1}{\{1 - (re^{j\theta})e^{-j\Omega}\} + \{1 - (re^{-j\theta})e^{-j\Omega}\}}$$

ここで、伝達関数の極は、

【0057】

【外1】

$$z_1 = re^{j\theta}, z_2 = re^{-j\theta}$$

に存在し、 $z = 0$ に二重の零点がある。この極と零点の配置と、 $0 < \theta < \pi/2$ としたときの極ベクトルと零点ベクトルとの関係を図8に示す。

【0058】図8から理解される通り、 $\Omega = 0$ から $\Omega = \pi$ に向けて単位円に沿って Ω が動くにつれベクトル v_1 の長さは、はじめ減少し、次に増加する。なお、最小のベクトル v_1 の長さは、極 $(re^{j\theta})$ の近くである。

【0059】ここで、周波数 Ω における周波数応答の大きさは、零点ベクトル v_1 と極ベクトル v_1 の長さの比であり、周波数応答の位相は、実軸と零点ベクトル v_1 のなす角度から極ベクトル v_1 のなす角を引いた値とな

※である。後述するように、図3の各帯域別変換部31、の添え字 i に依存して θ と CY が変化し、 r がレゾナンスの強さ（ピークの程度）を示すパラメータとなる。

20 【0055】図7において、50、51は遅延素子、52、53、54は乗算器、55、56は加算器を示している。ボコーダ用DSP14（図1又は図2）においては、図7の構成のローパスフィルタと等価なフィルタ演算処理が、

ることが知られており、振幅特性のみを図示すると図9に示ようになる。

【0060】すなわち、周波数応答の大きさ（振幅特性）は、極ベクトル v_1 の大きさの逆数に比例し、 θ に近い Ω で最大となることがわかる。そして、 r の大きさに従ってこのピークの鋭さが決まり、 r を1に近づけてゆくと急なピーク（レゾナンス特性）を有するフィルタが実現できる。以上の説明から明らかなように、図3の各帯域別変換部31、毎に θ の値を決定すれば（ $\theta = 2\pi f_i/f_s$ ）、図10に示されるように、各帯域の中心周波数 f_i でピークを持つレゾナンス付きのローパスデジタルフィルタを実現できる。

【0061】ここで、 r は隣りの帯域に影響しないような大きさに、 CY は各帯域で同等のレベルの出力 $W_i(n)$ が得られるような大きさに、経験的に若しくは数学的に求めることが可能である。例えば、各帯域の中心周波数 f_i

(7)

特開平5-346787

11

12

と、 Δf 離れた隣の帯域の中心周波数 $f_1 + \Delta f$ (すなわち、 f_{1+1}) との周波数応答の大きさの比を $m:1$ とすれば、

*【0062】

【数3】

$$\frac{|H_{21}(e^{j2\pi f/f_s})|^2}{|H_{21}(e^{j2\pi(f+\Delta f)/f_s})|^2} = m^2$$

という r についての4次方程式を解き、 $0 < r < 1$ のものを選ぶことにより、各係数 $-2r \cos \theta$ 、 r^4 を求めることができる。

【0063】数値計算の結果、例えばサンプリング周波数 $f_s = 5 \text{ kHz}$ 、 $f = 440 \text{ Hz}$ で、 $m=4$ とすると、 $-2r \cos \theta = 1.9773$ 、 $r^4 = 0.9851$ 、 $CY = 36.7$ となる。

【0064】その他の帯域についても同様である。

【0065】以上に示されるような伝達関数 $H_1(z)$ を有するハイパスフィルタと、伝達関数 $H_2(z)$ を有するローパスフィルタとが、図4に示されるようにカスケード接続されることにより、各伝達関数の積として表される全体の伝達関数によって、図11に示されるように、 $t = 1 \sim t = N$ の各帯域毎に、中心周波数 $f_1 \sim f_N$ 、隣接帯域間の周波数差 Δf を有する疑似的なバンドパスフィルタが実現できる。次に、図12は、図3のエンベロープ抽出部47に対応する図4のローパスフィルタ $H_{21}(z)$ を※

$$R_1(n) = CE |Q_1(n)| + 1.8R_1(n-1) - 0.81R_1(n-2) \cdots \cdots (4)$$

なる離散演算処理により実現される。

【0067】このローパスフィルタの周波数特性は、前述の説明より明らかのように、 $\theta=0$ でピークを有するレゾナンス付きのローパスフィルタで、図13に示されるような特性(振幅特性)を有する。この場合のカットオフ周波数は、最低帯域のローパスフィルタ $H_{21}(z)$ のカットオフ周波数よりも更に低い周波数に設定される。ここで、係数 CE は、各帯域毎のレベルを一様にする係数で、経験的に適宜求め得る。

【0068】図14は、上述した原理に基づいて得られるエンベロープ信号 $R_1(n)$ を、入力 $|Q_1(n)|$ と対比させて模式的に示した図である。図12の絶対値回路60に相当する演算により、負の波高値(図14の破線)が全て正の波高値に変換された上でローパスフィルタリング処理が実行されるため、結局、この帯域制限されたデジタル声信号 $|Q_1(n)|$ の直流成分を求めるような動作を、図3のエンベロープ抽出部34が実行することになる。

【0069】したがって、ボコーダ用DSP14は、デジタル楽音信号 $x(n)$ を複数の異なる周波数対域内に帯域制限された各楽音信号に分割する第1のデジタルフィルタリング処理と、デジタル声信号 $p(n)$ を複数の異なる周波数対域内に帯域制限された各声信号に分割する第2のデジタルフィルタリング処理と、該第2のデジタルフィルタリング処理により得られる帯域制限された各声信号から各エンベロープ信号を抽出するエンベ

※ハードウェアのイメージで示した構成図である。これは、先に説明したローパスフィルタ $H_{21}(z)$ と同じ形の2次のIIRデジタルフィルタであって、伝達関数は、

$$H_{21}(z) = CE / (1 - 1.8z^{-1} + 0.81z^{-2})$$

である。これは、先のローパスフィルタ $H_{21}(z)$ の伝達関数において、 $r=0.9$ 、 $\theta=0$ としたものである。

【0066】図12において、60は、図4のローパスフィルタ $H_{21}(z)$ の出力 $|Q_1(n)|$ である図3のBPF部33の出力 $Q_1(n)$ を絶対値化する絶対値回路であり、その出力 $|Q_1(n)|$ がデジタルフィルタリングされる。そして、61、62は遅延素子、63、64、65は乗算器、66、67は加算器を示している。DSP12(図1又は図2)においては、図12の構成のローパスフィルタと等価なフィルタ演算処理が、

ープ抽出処理と、第1のフィルタリング処理により得られる帯域制限された各楽音信号を、前記エンベロープ抽出処理により得られる各エンベロープ信号で変調する変調処理と、該変調処理で得られた各変調信号を累算して、デジタル出力楽音信号として出力する累算処理と、を時分割のデジタル信号処理により所定の処理間隔で順次実行するデジタル信号処理手段として機能する。

【0070】次に、作用を説明する。

【0071】電子楽器1は、マイクロフォン6等から音声が入力され、機能スイッチ5で音色が設定されると、音声に基づいてデジタルの声信号を生成して、この声信号のピッチを抽出する。このピッチ抽出したピッチデータに対応する音高で、かつ前記機能スイッチ5により設定された音色のデジタル楽音信号 $x(n)$ を楽音発生回路17により生成し、ボコーダ用DSP14に入力する。

【0072】そして、ボコーダ用DSP14でデジタル楽音信号 $x(n)$ をデジタル声信号 $p(n)$ に基づいて振幅変調し、音声のニュアンスを付与して、デジタル出力楽音信号 $z(n)$ としてD/A変換回路18に出力する。このデジタル出力楽音信号 $z(n)$ をD/A変換回路18でアナログ出力楽音信号に変換し、アンプ19を介してスピーカ20から放音する。

【0073】以下、このボコーダ用DSP14における処理、特に、上記図3～図14で示したフィルタ処理を

(8)

特開平5-346787

13

図1又は図2のボコーダ用DSP14でソフトウェア処理として実行する場合の動作を説明する。

【0074】図15は、ボコーダ用DSP14において、オペレーションROM122（図2参照）に記憶されたマイクロプログラムに従って実行されるハイパスフィルタリング処理及びエンベロープ抽出のためのローパスフィルタリング処理、各楽音に対するフィルタリング処理及びデジタル出力楽音信号 $z(n)$ の出力処理、すなわちDSPボコーダ処理の動作フローチャートである。これにより、デジタル楽音信号 $x(n)$ 、デジタル声信号 $p(n)$ が、共通の各サンプリング周期毎に、図3の各帯域毎の帯域別変換部31_i（ $i=1\sim N$ ）でのBPF部32、33、エンベロープ抽出部34及び乗算部35に相当する処理、並びに累算部36に相当する処理が、時分割処理として実行されることによって、各サンプリング周期毎にデジタル出力楽音信号 $z(n)$ が得られ、図1のD/A変換器18に出力される。

【0075】図15において、まず、図1又は図2のボコーダ用ワークRAM16等の内容がイニシャライズされる（ステップS1）。次に、図1のA/D変換器10からサンプリング周期数 i に対応する周期で発生されるA/D変換終了信号を待ち（ステップS2）、各サンプリングタイミング毎に、A/D変換されたデジタル声信号 $p(n)$ をインタフェース121（図2参照）から取り込み、ボコーダ用ワークRAM16へ順次格納してゆく。このとき同時に、楽音発生回路17（図2参照）から入力されるデジタル楽音信号 $x(n)$ をインタフェース121から取り込み、ボコーダ用ワークRAM16へ順次格納してゆく（ステップS3）。なお、ボコーダ用ワークRAM16は、現在のサンプルと、過去2サンプル分をそれぞれ記憶することができる。

【0076】次に、図15のステップS4～S9の処理は、図3の帯域別変換部31_i～31_Nの各BPF部33及びエンベロープ抽出部34の処理に相当する。

【0077】すなわち、まず、ボコーダ用ワークRAM16から図2のレジスタ群127内のレジスタ $p(n)$ 、 $p(n-1)$ 、 $p(n-2)$ に、現在のデジタル声信号 $p(n)$ と過去2サンプル分のデジタル声信号 $p(n)$ が読み出され、図3のBPF部33に対応する処理の一部である図4の伝達関数 $H_1(z)$ で示されるハイパスフィルタリング処理が実行される（図15のステップS4）。

【0078】この処理は、前述の（2）式で表される演算処理であり、図2の乗算器125及び加減算器126を使用して実行される。このときに、（2）式の演算に使用される各フィルタ係数は、ボコーダ用フィルタ係数ROM15（図1又は図2参照）から読み出されて演算に使用される。この結果得られた出力は、レジスタ群127内のレジスタ $s(n)$ に格納される。このハイパスフィルタリング処理は、各帯域で共通な処理であるため、1回のみの実行でよい。

14

【0079】次に、図3のBPF部33に対応する処理の残りである図4の伝達関数 $H_{21}(z)=H_{21}(z)$ で示されるローパスフィルタリング処理と、同じくエンベロープ抽出部34に対応する処理である図4の伝達関数 $H_{11}(z)=H_{21}(z)$ で示されるローパスフィルタリング処理が続けて実行される。

【0080】これらの処理は、図3の帯域別変換部31_i～31_Nに対応して、N帯域分の時分割処理として繰り返される。そのために、図2のレジスタ群127内に、N帯域の時分割処理を行なうための繰り返し制御用のレジスタ j が設けられ、ステップS5で値「1」に初期設定されて、ステップS6及びステップS7の1帯域分のローパスフィルタリング処理が終了する毎に、ステップS8でレジスタ j の内容が「N」に達したか否かが判別される。達していなければ、ステップS9においてレジスタ j の内容がインクリメントされ、ステップS6が繰り返される。

【0081】この処理は、図2の加減算器126とフラグレジスタ128によって実行され、アドレスカウンタ123は、ステップS6及びステップS7に対応するプログラム命令をオペレーションROM122から繰り返し読み出させる。

【0082】まず、前述のハイパスフィルタ処理の出力であるレジスタ $s(n)$ の内容に対して、図4の伝達関数 $H_{21}(z)=H_{21}(z)$ で示されるローパスフィルタリング処理が実行される（図15のステップS6）。この処理は、前述の（3）式で $w_i=Q_i$ として表される演算処理であり（図4参照）、図2の乗算器125及び加減算器126を使用して実行される。（3）式の演算処理に使用される各フィルタ係数は、ボコーダ用フィルタ係数ROM15から読み出されて演算に使用される。

【0083】また、レジスタ群127内には、過去2サンプル分の自分自身のフィルタ出力を格納するレジスタ $Q_i(n-1)$ 及び $Q_i(n-2)$ が設けられており、これらの内容も上記演算に使用される。この結果得られた出力は、レジスタ群127内のレジスタ $Q_i(n)$ に格納される。なお、各レジスタ $Q_i(n)$ 、 $Q_i(n-1)$ 及び $Q_i(n-2)$ は、添え字 i を変化させてN帯域分設けられている。

【0084】次に、上述のローパスフィルタリング処理の出力であるレジスタ $Q_i(n)$ の内容に対して、図4の伝達関数 $H_{11}(z)=H_{21}(z)$ で示されるローパスフィルタリング処理（検出フィルタリング処理）が実行される（図15のステップS7）。

【0085】この処理は、前述の（4）式で表される演算処理であり、図2の乗算器125及び加減算器126を使用して実行される。この場合も、（4）式の演算処理に使用される各フィルタ係数は、ボコーダ用フィルタ係数ROM15から読み出される。また、レジスタ群127内には、過去2サンプル分の自分自身のフィルタ出力を格納するレジスタ $R_i(n-1)$ と $R_i(n-2)$ が設けられてお

(9)

特開平5-346787

15

り、これらの内容も上記演算に使用される。この結果得られた出力は、レジスタ群127内のレジスタ $R_i(n)$ に格納される。なお、各レジスタ $R_i(n)$ 、 $R_i(n-1)$ 及び $R_i(n-2)$ は、添え字 i を変化させてN帯域分設けられている。

【0086】以上、図15のステップS5～ステップS9の処理により、図3のN帯域分の帯域別変換部31₁～31_NのBPF部33及びエンベロープ抽出部34に相当する処理が実行される。

【0087】続いて、ステップS10～ステップS13 10において、図3のN帯域分の帯域別変換部31₁～31_NのBPF部32に相当する処理がデジタル楽音信号 $x(n)$ に対して実行される。

【0088】すなわち、まず、ボコーダ用ワークRAM16から図2のレジスタ群127内のレジスタ $x(n)$ 、 $x(n-1)$ 、 $x(n-2)$ に、現在と過去2サンプル分のデジタル楽音信号 $x(n)$ が読み出され、図3のBPF部32に対応する処理の一部である図4の伝達関数 $H_1(z)$ で示されるFIRハイパスフィルタリング処理が実行される（ステップS10）。

【0089】この処理は、前述の（1）式で表される演算処理であり、図2の乗算器125及び加減算器126を使用して実行される。このとき、（1）式の演算に使用される各フィルタ係数は、ボコーダ用フィルタ係数ROM15から読み出される。この結果得られる出力は、レジスタ群127内のレジスタ $S(n)$ に格納される。このFIRハイパスフィルタリング処理は、各帯域で共通な処理であるため、1回のみの実行でよい。

【0090】次に、図3のBPF部32に対応する処理の残りである図4の伝達関数 $H_2(z)=H_{21}(z)$ で示され 30るローパスフィルタリング処理が実行される。

【0091】この処理は、図3の帯域別変換部31₁～31_Nに対応して、N帯域分の時分割処理として繰り返される。そのために、図2のレジスタ群127内に、N帯域の時分割処理を行なうための繰り返し制御用のレジスタ1が設けられ、ステップS11で値「1」に初期設定される。その後、ステップS12の1帯域分のIIRローパスフィルタリング処理が終了する毎に、ステップS13でレジスタ1の内容が「N」に達したか否かが判別され、達していなければ、ステップS14においてレ 40ジスタ1の内容がインクリメントされて、ステップS12のIIRローパスフィルタリング処理が繰り返される。この場合も、前述のレジスタ1の場合と同様に図2の各回路が動作する。

【0092】ステップS12の処理は、前述の図15のステップS6の処理とほぼ同様である。すなわち、FIRハイパスフィルタリング処理の出力であるレジスタ $S(n)$ の内容に対して、前述の（3）式で $W_i=Y_i$ として表される演算処理が実行される（図4参照）。このとき、レジスタ群127内には、過去2サンプル分の自分自身の 50

16

フィルタ出力を格納するレジスタ $Y_i(n-1)$ 及び $Y_i(n-2)$ が設けられており、これらの内容も上記演算に使用される。この結果得られた出力は、レジスタ群127内のレジスタ $Y_i(n)$ に格納される。なお、各レジスタ $Y_i(n)$ 、 $Y_i(n-1)$ 及び $Y_i(n-2)$ は、添え字 i を変化させてN帯域分設けられている。

【0093】以上、図15のステップS10～ステップS13の処理により、図3に示すN帯域分の帯域別変換回路31₁～31_NのBPF部32に相当する処理が実行される。

【0094】以上、図15のステップS4～ステップS13の処理により、図3のエンベロープ抽出部34及びBPF部32の各出力に対応するレジスタ $R_i(n)$ 及び $Y_i(n)$ の内容が確定する。これらの内容を使用して、図3のN帯域分の帯域別変換部31₁～31_Nの各乗算部35と同じく図3の累算部36の処理に対応する以下の処理が実行される。

【0095】すなわち、図15のステップS15において、レジスタ1＝1の内容を1～Nまで変化させながら、 $R_i(n) \times Y_i(n)$ の乗算が実行される。これは、図2の乗算器125を使用して行なわれ、その乗算結果が累算される。この累算は、図2の加減算器126を使用して行なわれる。

【0096】上述のようにして得られる累算結果は、図2のレジスタ群127内のレジスタ2(n)に格納され、続く図15のステップS16において、サンプリング間隔で図2のインタフェース121から図1のD/A変換器18に出力される。

【0097】以上説明したように、機能スイッチ5で音色を設定し、マイクロフォン6から発音動作により音声を入力すると、この声信号からピッチを抽出するピッチ抽出処理及びこのピッチデータに対応する音高の楽音信号を生成する楽音生成処理を行ない、この楽音信号及び上記人間の声信号を複数帯域に分割する図3のBPF部32、33の処理、帯域制限された声信号からエンベロープを抽出する図3のエンベロープ抽出部34の処理、エンベロープ信号で帯域制限された楽音信号に振幅変調をかける図3の乗算部35の処理、楽音信号の各帯域の変調出力を累算して、出力楽音信号を得る図3の累算部36の処理が、ソフトウェアの時分割処理によるデジタル声信号として実現される。これにより、機能スイッチ5の操作と発音するという簡単な操作により、所望の楽音に対して人間の声のニュアンスを付加して、放音するという音声制御楽音発生処理を、1チップのDSPを使用して、簡単かつ安定して行なうことができる。

【0098】以上の実施例では、デジタル楽音信号 $x(n)$ とデジタル声信号 $p(n)$ は、同じ周波数帯域に分割されて処理されたが、デジタル楽音信号 $x(n)$ をある帯域に分割して得た楽音信号に対して、デジタル声信号 $p(n)$ を別の帯域に分割して得たエンベロープ信号で変調

(10)

特開平5-346787

17

をかけるようにしても興味深い効果を得ることができる。

【0099】また、図15の動作フローチャートにおいては、デジタル楽音信号 $x(n)$ とデジタル声信号 $p(n)$ のサンプリング周波数は同一であるが、サンプリング周波数が異なる場合には、各信号を割込み処理によりメモリに取り込み、それらの信号に対して一定間隔で処理を行なうようにすれば、上述の実施例の場合と同じ効果を実現できる。この場合、各バンドパスフィルタの帯域は、それぞれ適切に設定される。

【0100】なお、DSPの処理に余裕があれば、バンドパスフィルタの演算処理を、上述の実施例のようにハイパスフィルタとローパスフィルタの組合わせの演算処理としてではなく、バンドパスフィルタの伝達関数を直接設計した結果に基づいて構成した演算処理によって実現してもよい。

【0101】図16は、本発明の音声制御楽音発生装置の他の実施例を示す図であり、アナログ処理する実施例である。

【0102】図16は、本発明の音声制御楽音発生装置を適用した電子楽器70の全体回路ブロック図であり、電子楽器70は、CPU71、音色ROM72、機能スイッチ73、音源74、D/A変換回路75、複数の帯域別変換回路76₁～76_n、ミキサー77、アンプ78、スピーカ79、マイクロフォン80、マイクアンプ81及びピッチ抽出回路（ピッチ抽出手段）82等を備えている。

【0103】機能スイッチ73は、上記実施例の機能スイッチ5と同様のものであり、演奏者が機能スイッチ73のスイッチ操作を行ない、発音動作を行なうと、CPU71は、後述するように、スイッチ操作及び発音による声信号のピッチに応じて、音色ROM72から音波形データとエンベロープデータを読み込む。

【0104】CPU71には、ピッチ抽出回路82からピッチ信号が入力されており、ピッチ抽出回路82には、演奏者の発音動作による声信号がマイク80及びマイクアンプ81を介して入力される。この声信号は、複数の帯域別変換回路76₁～76_nにも入力される。ピッチ抽出回路82は、マイクアンプ81を介してマイク80から入力される声信号のピッチを抽出し、ピッチ信号としてCPU71に出力する。したがって、前記マイク80及びマイクアンプ81は、演奏者による発音動作に基づいて声信号を生成する声信号生成手段として機能する。

【0105】CPU71は、ピッチ抽出回路82から入力されるピッチ信号（ピッチデータ）及び前記機能スイッチ73で設定された音色等に基づいて音色ROM72から音波形データとエンベロープデータを読み出し、音源74を制御するための制御信号を音源74に出力する。

18

【0106】音源74は、CPU71からの制御信号に対応する、すなわち、ピッチ抽出回路82からのピッチ信号に対応する音高のデジタル楽音信号を発生し、D/A変換回路75は、このデジタル楽音信号をアナログ楽音信号に変換して、複数の帯域別変換回路76₁～76_nに出力する。したがって、CPU71及び音源74は、ピッチ抽出手段としてのピッチ抽出回路82からのピッチデータに対応する音高のデジタル楽音信号を生成する楽音信号生成手段として機能する。

10 【0107】帯域別変換回路76₁～76_nは、それぞれ帯域通過フィルタ（BPF）91およびBPF92によって、アナログ楽音信号及び声信号を、複数の周波数帯域の各帯域に分割する。この場合、1つの帯域別変換回路76₁～76_nのBPF91及びBPF92は、アナログ楽音信号及び声信号を同一の周波数帯域の各成分のみを通過させるように機能する。したがって、BPF91及びBPF92は、楽音信号及び声信号を各周波数帯域毎に分割して出力するバンドパスフィルタ手段として機能する。

20 【0108】さらに、各帯域別変換回路76₁～76_nにおいて、エンベロープ分析回路93は、BPF92から出力される帯域制限された声信号から振幅包絡（エンベロープ）成分を抽出し、エンベロープ信号として出力する。したがって、エンベロープ分析回路93は、バンドパスフィルタ手段であるBPF92を介した声信号から各々エンベロープ信号を抽出するエンベロープ抽出手段として機能する。

30 【0109】そして、電圧制御増幅器（VCA）94は、エンベロープ分析回路93から入力される上記エンベロープ信号に基づいて、BPF91から出力される帯域制限されたアナログ楽音信号に対して振幅変調をかける。したがって、電圧制御増幅器（VCA）94は、バンドパスフィルタ手段であるBPF91を介して入力される音信号を、エンベロープ手段であるエンベロープ分析回路93からのエンベロープ信号に対応して可変させる可変手段として機能する。

40 【0110】このようにして、各帯域別変換回路76₁～76_nにおいて各周波数帯域成分毎に振幅変調されたアナログ楽音信号は、ミキサー77によって累算され、全周波数帯域の出力楽音信号として、アンプ78で増幅された後、スピーカ79から放音される。

【0111】したがって、本実施例によれば、演奏者の発音動作による声信号をピッチ抽出回路82によりピッチ抽出して、そのピッチデータに基づいて楽音信号を発生し、発生した楽音信号の倍音成分に、声信号を複数帯域に分割して取り出した各帯域毎のエンベロープ信号に基づいて、振幅変調をかけることにより、簡単な操作で発生する楽音信号に人間の声のニュアンスを明瞭に付加することができる。

50 【0112】

(11)

特開平5-346787

19

【発明の効果】本発明によれば、発音した声信号に対応する音高の楽音信号を発生させ、この楽音信号に対して声信号に基づいて振幅変調をかけることができるので、鍵盤操作など必要でなく、簡単な操作で、所望の楽音信号に対して音声のニュアンスを付与することができ、音声制御楽音発生装置の利用性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の音声制御楽音発生装置の一実施例を適用した電子楽器の全体回路ブロック図。

【図2】図1のDSPの構成図。

【図3】DSPの機能ブロック図。

【図4】BPF部とエンベロープ抽出部のフィルタ構成図。

【図5】ハイパスフィルタ $H_1(z)$ の構成図。

【図6】ハイパスフィルタ $H_1(z)$ の特性図。

【図7】ローパスフィルタ $H_{21}(z)$ の構成図。

【図8】ローパスフィルタ $H_{21}(z)$ の極と零点及び極ベクトルと零ベクトルの関係図。

【図9】ローパスフィルタ $H_{21}(z)$ の振幅特性図。

【図10】ローパスフィルタ $H_{21}(z)$ の特性図。

【図11】バンドパスフィルタ $H_1(z) \cdot H_{21}(z)$ の特性図。

【図12】ローパスフィルタ $H_{21}(z)$ の構成図。

【図13】ローパスフィルタ $H_{21}(z)$ の特性図。

【図14】 $|Q_i(n)|$ と $R_i(n)$ の関係図。

【図15】DSPボコーダ処理の動作フローチャート。

【図16】本発明の音声制御楽音発生装置の他の実施例を適用した電子楽器の全体回路ブロック図。

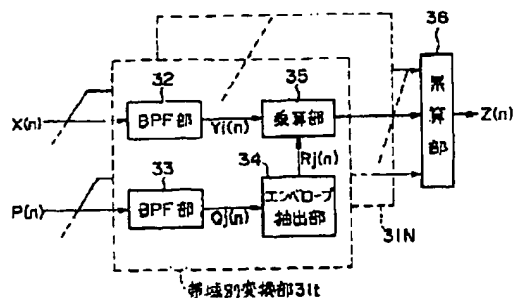
【符号の説明】

- 1 電子楽器
- 2 CPU
- 3 ROM
- 4 RAM
- 5 機能スイッチ
- 6 マイクロフォン
- 7 アンプ

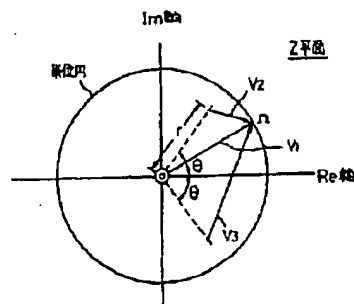
20

- 8 LINE IN端子
- 9 ローパスフィルタ
- 10 A/D変換回路
- 11 ピッチ抽出用DSP
- 12 ピッチ抽出用ワークRAM
- 13 ピッチ抽出用フィルタ係数ROM
- 14 ボコーダ用DSP
- 15 ボコーダ用フィルタ係数ROM
- 16 ボコーダ用ワークRAM
- 17 楽音発生回路
- 18 D/A変換回路
- 19 アンプ
- 20 スピーカ
- 121 インタフェース
- 122 オペレーションROM
- 123 アドレスカウンタ
- 124 デコーダ
- 125 乗算器
- 126 加減算器
- 127 レジスタ群
- 128 フラグレジスタ
- 70 電子楽器
- 71 CPU
- 72 音色ROM
- 73 機能スイッチ
- 74 音源
- 75 D/A変換回路
- 76₁~76₃ 帯域別変換回路
- 77 ミキサー
- 78 アンプ
- 79 スピーカ
- 80 マイク
- 81 マイクアンプ
- 82 ピッチ抽出回路
- 91、92 BPF (帯域通過フィルタ)
- 93 エンベロープ分析回路
- 94 VCA (電圧制御増幅器)

【図3】



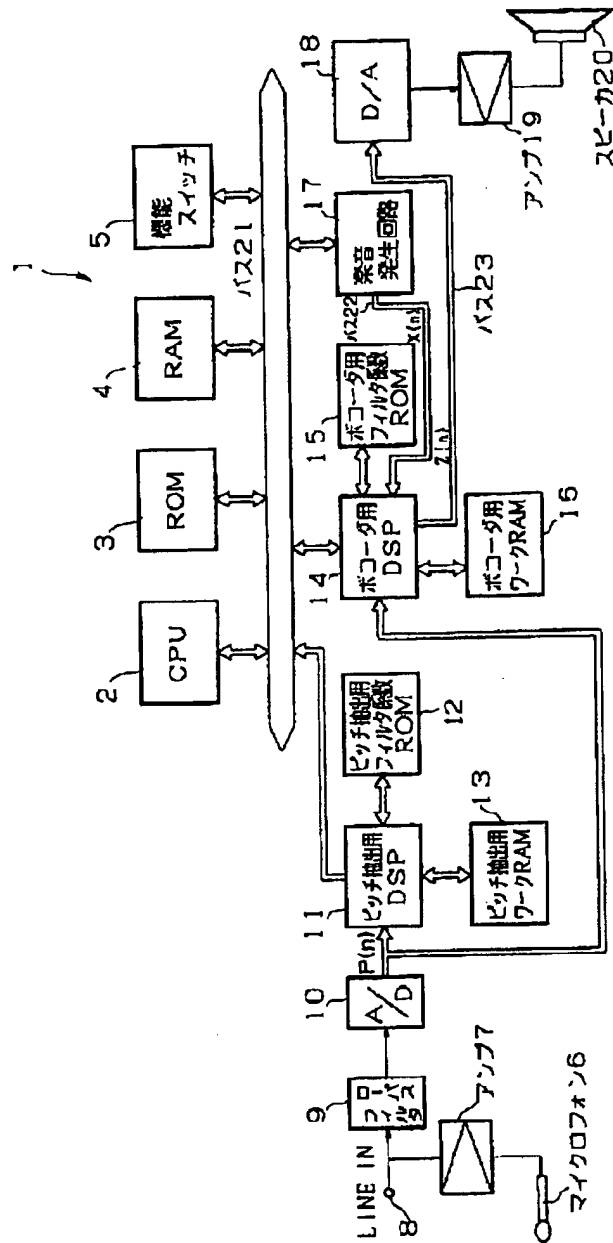
【図8】



(12)

特開平5-346787

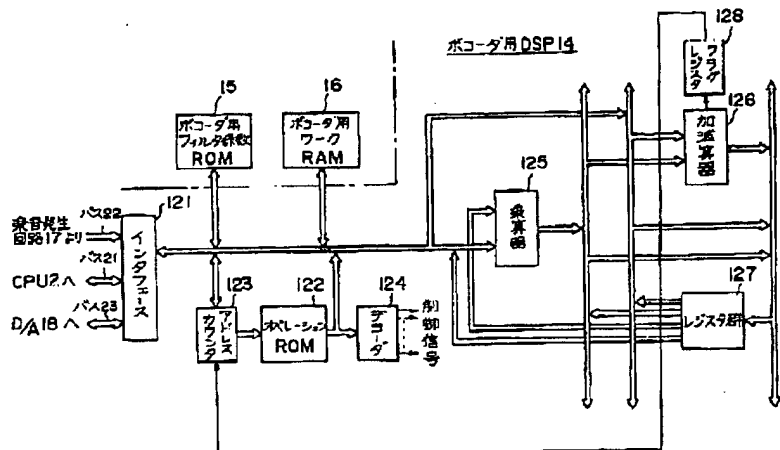
【図1】



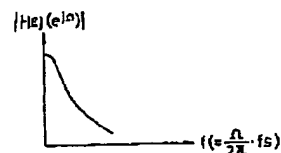
(13)

特開平5-346787

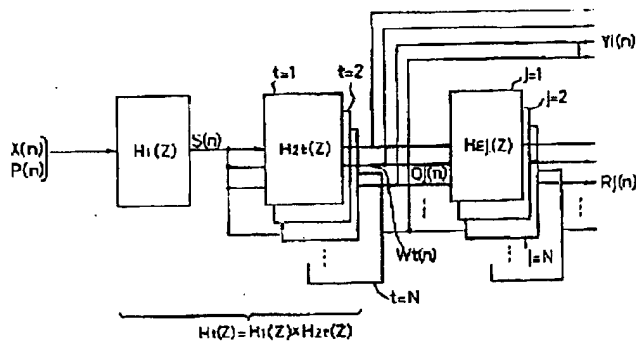
【図2】



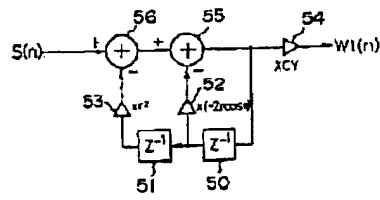
【図13】



【図4】

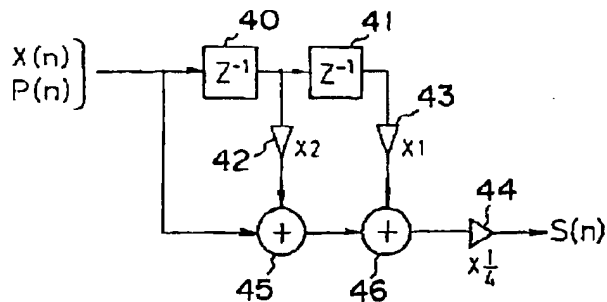


【図7】



$$\begin{cases} W1(n) - 2r \cos \theta W1(n-1) + r^2 W1(n-2) = CY \cdot S(n) \\ H2(Z) = CY \cdot \frac{1}{1 - 2r \cos \theta Z^{-1} + r^2 Z^{-2}} \end{cases}$$

【図5】

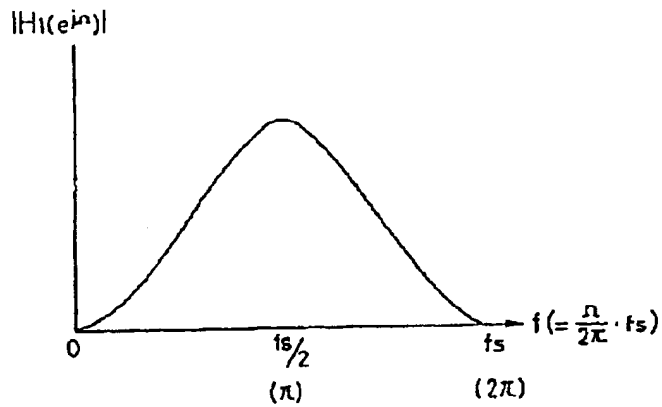


$$\begin{cases} S(n) = \frac{1}{4} (X(n) - 2X(n-1) + X(n-2)) \\ H1(Z) = \frac{1}{4} (1 - 2Z^{-1} + Z^{-2}) \end{cases}$$

(14)

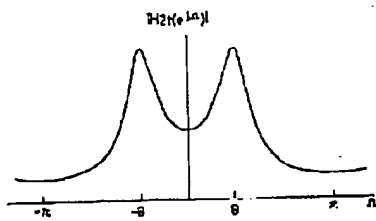
特開平 6-346787

【図 6】

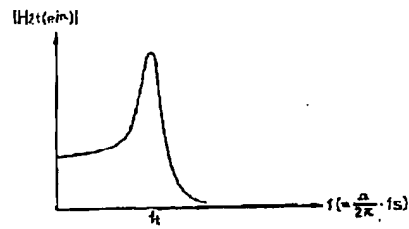


$$|H_1(e^{j\omega})|^2 = \frac{1}{16} (6 + 2\cos 2\omega - 8\cos \omega)$$

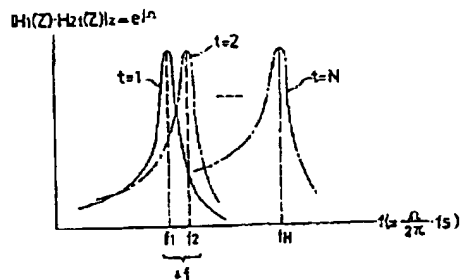
【図 9】



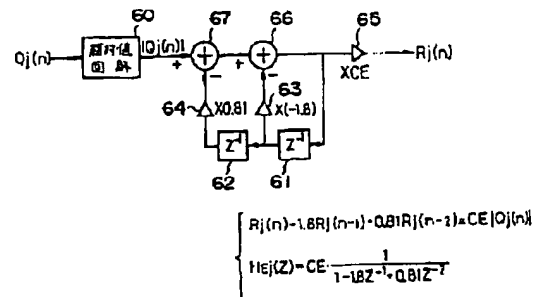
【図 10】



【図 11】



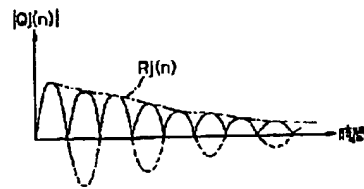
【図 12】



(15)

特開平5-346787

【図14】



特開平 5-346787

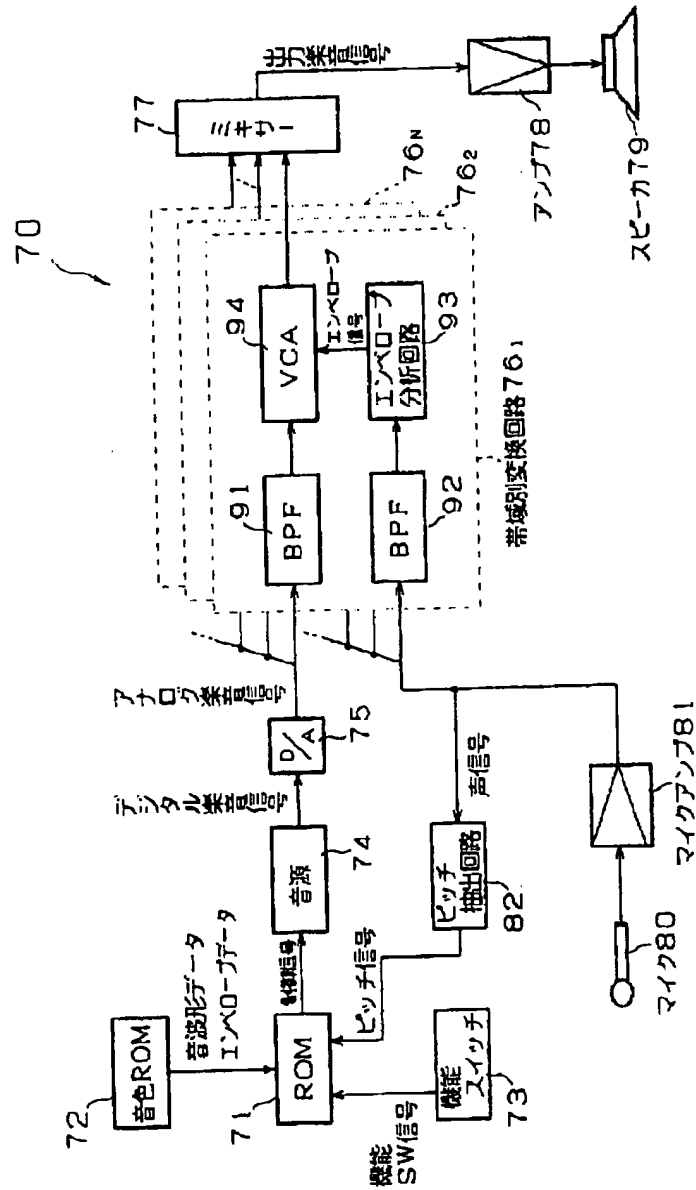
```

graph TD
    S13{i = N?} -- YES --> S15[Z(n) ← ER(n)]
    S15 --> S16[Z(n) を D/A 変換  
回路 18 へ出力]
    S16 --> 3((3))
    S13 -- NO --> 2((2))
    2 --> S7[第 i 通道のインパルス  
応答フィルタリング H(i, Z)  
R(n) ← CEQ(n) *  
IR(n-1) - DBIR(n-2)]
    S7 --> S8{j = N?}
    S8 -- YES --> S10[FIR ハイパスフィルタリング  
H(i, Z) 乗音信号に対して  
S(n) ← EQ(n) *  
2X(n-1) + X(n-2)]
    S10 --> S11[i = i + 1]
    S11 --> S12[第 i 通道の IIR ローパス  
フィルタリング H(i, Z)  
乗音出力 S(n) に対して  
Y(n) ← CY(n) * S(n) +  
r2Q(n-1) - r2Q(n-2)]
    S12 --> 3
    S11 --> S14[i = i + 1]
    S14 --> 3
    S14 --> S7
    S8 -- NO --> 1((1))
    1 --> S3[A/D 変換された信号を  
ワークRAM 16 へ格納  
乗音信号をワークRAM  
16 へ格納]
    S3 --> S4[FIR ハイパスフィルタリング  
H(i, Z) 乗音信号に対して  
S(n) ← EQ(n) *  
2X(n-1) + X(n-2)]
    S4 --> S5{j = 1?}
    S5 -- YES --> S6[第 j 通道の IIR ローパス  
フィルタリング H(j, Z)  
乗音出力 S(n) に対して  
Q(n) ← CY(n) * S(n) +  
r2Q(n-1) - r2Q(n-2)]
    S6 --> S9[j = j + 1]
    S9 --> S11
    S5 -- NO --> 3
    S9 --> 3
  
```

(17)

特開平5-346787

【図16】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.